中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：361～370（1992）

免疫酵素分析測定臺灣馬鈴薯病毒之發生與優良品系之抗Y病毒反應[1]

鄧汀欽[2]　曹幸之[3]　蔡淑娓[2]　黃秋雄[2]　曾明懋[3]

摘要：利用酵素結合抗體免疫分析（ELISA）檢測馬鈴薯病毒A（PVA）、S（PVS）、X（PVX）、及Y之嵌紋型系統（PVY—M）和壞疽型系統（PVY—N）在臺灣馬鈴薯產區之發生情形，結果顯示病毒發生並無地區性差異，而在於種薯的來源和品種（系）的不同。本所選育的優良品系 No.143、No.770、385095—15、385095—54等皆普遍帶有 PVS 和（或）PVX，而較少PVY 的發生，品系中 No.143的 PVY—M 檢出率尤其偏低；但栽培品種卡地娜和克尼伯則少 PVS 或 PVX 的感染，而對 PVY 有較高的再感染率。在相鄰的試驗田，比較經檢查的當季種薯（豐農種）與自行留種的種薯所種出的克尼伯植株，前者生長勢強且病毒發生率比後者低，尤其是 PVA 和 PVS 。篩檢試驗田採收的薯球，因其中多數被 PVY 感染，在原來合格種薯長成的卡地娜樣本中已難尋得無病毒種薯存在；同時調查結果顯示 PVY—M 被檢出率比 PVY—N 高。在田間接種 PVY—M 或 PVY—N 進行抗病性檢定，結果顯示 No.143品系對 PVY（特別是 PVY—M）的抗病性明顯大於卡地娜）。

關鍵詞：馬鈴薯病毒A，馬鈴薯病毒S、馬鈴薯病毒X、馬鈴薯病毒Y，發生，抗病性。

臺灣馬鈴薯病毒病害的發生，早在1950年郭氏研製馬鈴薯X病毒（potato virus X, PVX）的抗血清時，即已考慮到馬鈴薯Y病毒（potato virus Y, PVY）混合感染的問題[5]，可見 PVX 和 PVY 早已存在於臺灣。隨後李氏報告 PVX 系統（strain）[1]和 PVY 系統在臺灣的發生情形[2]，1971年發表馬鈴薯M病毒（potato virus M, PVM）[26]和1974年發表馬鈴薯A病毒（potato virus A, PVA）[27]在臺灣之發生。當時本省的馬鈴薯種薯來自日本，栽培品種主要是農林一號，由於進口種薯價格昂貴，農戶自行留種的情況相當普遍，病毒病害的發生無可避免。1973年7月以後禁止日本種薯進口，同時也開始發展本省的無病毒種薯之生產，初期成效極佳，但在1977年由豐原農會售出的種薯發生嚴重病徵，發病率又偏高[8]，此時的品種是農林一號因在梅峰繁殖種薯而被稱作「梅峰農林一號」，俗稱梅峰種。其間雖然有馬鈴薯捲葉病發生的現象[6,7]，但是直到今天仍然沒有馬鈴薯捲葉病毒（potato leafroll virus）在臺灣發生的鑑定報告。1980年開始建立目前的健康種薯繁殖體系，由種苗改良繁殖場培育基本種，經三級制繁殖與種薯檢查，由農會出售合格的（certified）種薯給農民種植[3]。但是在有關單位的考量下，每年所生產的食用馬鈴薯，在市場銷路難再增多之下，增加種薯之產量，往往造成生產過剩，薯農反受損，所以每年皆維持在40—50公頃的採種（種薯生產）栽培。由於經此三級繁殖制度生產的種薯，所栽培的馬鈴薯產量高，農民獲得實益，造成大家樂於栽培，

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1644 號。本試驗經費部份承農委會81農建—12.2糧—27（3）計畫補助，謹致謝忱。
2. 本所植物病理系助理研究員、約僱技術員、研究員。
3. 本所園藝系研究員、約僱技術員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

以致於發生種薯供不應求的現象，仍然有所謂「販仔種」一由採種商供應的種薯普遍種植，它們沒有經過檢查，其中帶病毒的比率偏高，成為低產的主因[8]。目前的栽培品種以克尼伯（Kennebec）和卡地娜（Cardinal）為主，產區集中在臺中縣、雲林縣和嘉義縣三個地區。由於1987年報告證實馬鈴薯S病毒（potato virus S, PVS）已存在於臺灣[13]，目前健康種薯生產體系下所檢查的病毒包括PVA、PVS、PVX、PVY-M 及 PVY-N 等五項，而方法大多採用酵素結合抗體免疫分析（Enzyme linked immunosorbent assay, ELISA）[4,14,19]。

鑑於健康種薯的培育耗時費力，其無病毒的狀況更難以避免再感染的發生。曹氏等[9]於1987年篩選出三百餘營養系（clones）具抗 PVY 的特性，並以其中農藝性狀較佳者進行區域試驗，擬近期推廣栽培[10]。本研究的目的即為瞭解本省馬鈴薯病毒病害的發生情形，及探討所選育的優良品系在現階段的栽培環境下對病毒病害的反應。

材料與方法

一、調查之病毒種類與偵測之方法

本試驗調查的病毒包括 PVA、PVS、PVX、PVY 嵌紋型系統(PVY—M) 及 PVY 壞疽型系統(PVY—N)[12]。病毒偵測的方法是採夾層抗體法(double antibody sandwich method, DAS)進行ELISA[19]，供試的免疫診斷試劑(immunodiagnostic reagents)，除部份 PVS 的診斷組劑（kit）購自Boehringer Mannheim GmbH 外，其餘皆依 Clark and Adams[19]的方式製備而成。

二、馬鈴薯樣品之採集與檢體之製備

1. 1991年春季在斗南、溪口、后里及本所試驗田等九處馬鈴薯田，以逢機取樣方式採集植株葉片、淬取汁液當檢體，以DAS—ELISA 測定其中病毒感染情形。供試的品系（種）有385095—15、385095—54、No.143、No.770、卡地娜、克尼伯及五峰種，前四種為本所選育品系，後三種為栽培品種。卡地娜種薯購自斗南農會，克尼伯種薯購自豐原農會，五峰種為試作農戶自留種。
2. 1991年1月在斗南一處相鄰的兩塊馬鈴薯田中，分別逢機取樣，兩田均種植克尼伯，但其種薯來源，一購自豐原農會（俗稱豐農種），一由農戶自行留種一代。各採48株的葉片當檢體，偵測其病毒發生情形。
3. 1991年10月篩檢當年試驗田所採收的種薯，計有385095—15、No.143、No.770、No.386、卡地娜、克尼伯、及歐美嘉（Omega）等品系（種），共採樣791個塊莖，待發芽後各取一個芽(sprout)，以含3%亞硫酸鈉的淬取緩衝液（PBS—Tween＋2% polyvinylpyrolidon K—25）磨取汁液當檢體，進行 DAS—ELISA ，測定塊莖所帶 PVY—M 及 PVY—N 之比率，以瞭解PVY 系統的流行性。

三、No. 143馬鈴薯品系田間抗 PVY 測定

在本所馬鈴薯栽培品種試驗田中逢機設定供試小區，分別接種 PVY—M 或 PVY—N ，並以不接種為對照，測定卡地娜及 No. 143對 PVY 之反應，每小區20株，株距30公分。接種前所有供試植株於苗期（30 DAP）全部經ELISA 篩檢是否感染 PVY。接種方式按照一般病毒磨擦接種的步驟，而接種源（inocula）則來自於已鑑定而保存於網室中的菸草（*Nicotiana sylvestris* Speg. et Comes）[12]。接種後3週及9週分別採集各項處理的植株10—20棵（原已感染 PVY 的不計），以ELISA 測定葉片中的病毒，並比較品種間感染率的差異。

結　果

一、病毒之發生與分佈

1. 馬鈴薯病毒A.S.X.Y在馬鈴薯植株發生情形

由不同產區及試驗田以逢機取樣方式所採取的葉片當檢體，經ELISA 測定罹患病毒之情形，如表一所示，病毒的發生在各地不同品種（系）上有相似之結果，亦即選育中的品系

385095—15、385095—54、No. 143、No. 770等皆普遍被 PVS 及 PVX 感染，而對 PVY—M 或PVY—N 有較低的檢出率，尤其是 No. 143對 PVY—M 的檢出率極低；相同環境及栽培條件下，栽培品種克尼伯及卡地娜則較少被 PVS 及 PVX 感染，而對PVY—M 或 PVY—N 有較高的檢出率，五峰種普遍感染有 PVA、PVS 及 PVX （后里—2），但由實生種子繁殖兩代之植株則無 PVS 及 PVX 感染的現象（后里—3）。

表1. 利用酵素結合抗體免疫分析偵測馬鈴薯病毒 A, S, X, Y 在馬鈴薯植株發生之情形
Table 1. Detection of potao viruses A, S, X, Y occurred on potato plants by ELISA

採集地點 Location	品種／品系 Potato cv./line	與該抗體呈陽性反應之株數 No. of plants positively reacted with PVA	PVS	PVX	PVY-M	PVY-N	採樣總株數 No. of sampled plants(total)
斗南 Tounan	385095—54	0	24	24	0	24	24
	No. 143	6	44	45	0	13	48
	Kennebec	8	7	7	7	12	24
	Cardinal	15	17	0	10	22	36
溪口—1 Shikou—1	385095—15	0	48	48	0	26	48
	No. 143	12	32	29	0	1	32
	No. 770	3	67	0	7	2	70
	Kennebec	14	2	0	14	16	24
	Cardinal	18	4	0	10	9	40
溪口—2 Shikou—2	No. 143	22	50	47	0	0	50
	Cardinal	25	29	0	14	6	36
溪口—3 Shikou—3	No. 143	20	240	227	43	120	240
溪口—4 Shikou—4	No. 143	0	50	52	0	3	53
后里—1 Houli—1	385095—15	12	24	22	4	4	24
	No. 143	16	48	46	3	5	48
	Kennebec	17	23	0	17	9	24
后里—2 Houli—2	No. 143	23	32	23	0	1	32
	五峰	12	12	12	2	0	12
后里—3 Houli—3	五峰	18	0	0	3	3	18
農試所 TARI	385095—54	4	35	35	1	4	35
	No. 143	6	36	57	0	1	63

2. 不同種薯來源的馬鈴薯植株病毒發生情形

由第一代檢查合格的種薯（豐農種）所長成的植株，生育勢強，明顯優於自留種第二代所長成的植株，且由逢機取樣的檢體中分析病毒感染情形，結果如表二，前者健株率約21%，後者僅2%，田間繁殖一代，克尼伯的 PVA 和 PVS 感染明顯增加。

表2. 不同種薯來源之馬鈴薯植株生長期的病毒發生比較
Table 2. Comparison of virus incidence on potato plants derived from certified and uncertified seed-tubers[1]

種薯來源 Seed-tuber source	與該抗體呈陽性反應之株數 No. of plants positively reacted with[2] PVA	PVS	PVX	PVY-M	PVY-N	—[3]	採樣植株總數 No. of sampled plants(total)
豐農種[4] Certified	23	23	0	25	8	10 (20.8%)	48
自留種[5] Uncertified	33	43	0	28	8	1 (2.1%)	48

1) Potato cv. Kennebec in Tounan was tested in 1991.
2) Detected by DAS—ELISA.
3) Number of plants negatively reacted with five kinds of antibody.
4) Seed tubers were derived from virus—free meristem culture, propagated and sold by Fengyuan Farmer's Association.
5) Seed tubers were kept for one more generation from crop production.

3. 比較 PVY-M 及 PVY-N 在馬鈴薯上的發生

由不同試區所採各品種（系）之留種薯中 PVY—M 與 PVY—N 一起被檢出的機率很高，所有供測種薯之 PVY—M 單獨發生的比率約爲 PVY—N 的四倍，其中栽培品種卡地娜、克尼伯及歐美嘉和品系 No.386、No.770等都以 PVY—M 的發生率較高，唯有品系 No.143及385095—15是以 PVY—N 發生較多（表三），而且田間繁殖一代的卡地娜薯球幾乎都有 PVY 感染。

表3. 從馬鈴薯芽體檢測種薯帶嵌紋型或壞疽型馬鈴薯Y病毒之發生[1)]

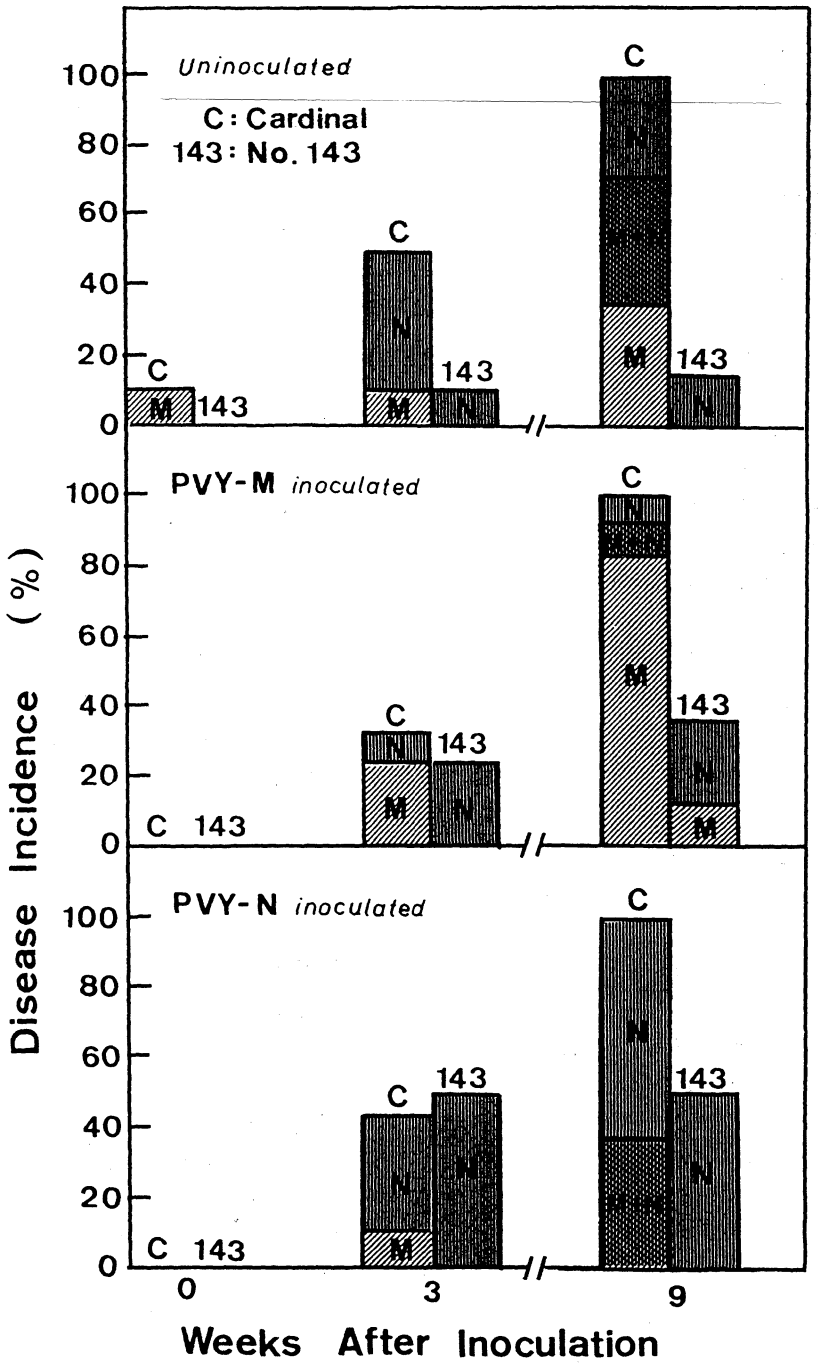
Table 3. Detection of mosaic and necrotic strains of potato virus Y in tuber sprouts.

品種／品系 Potato cv./line	種薯來源 Tuber source	呈陽性反應之塊莖數 No. of tubers contained PVY-M	PVY-N	PVY-M&PVY-N	[2)] —	採樣塊莖總數 No. of sampled tubers(total)
No.143	農試所試驗田[3)]	5	22	20	33	80
385095—15	農試所試驗田[3)]	9	12	25	95	131
No.770	農試所試驗田[3)]	8	0	1	45	54
No.386	農試所試驗田[3)]	17	0	6	31	54
No.386	后里試驗田[4)]	7	5	1	75	88
Cardinal	農試所試驗田[3)]	0	1	37	2	40
Cardinal	后里試驗田[4)]	59	0	26	3	88
Kennebec	農試所試驗田[3)]	11	11	9	49	80
Kennebec	后里試驗田[4)]	37	2	23	26	88
Omega	后里試驗田[4)]	68	0	2	18	88
總數（Total)		221	53	150	367	791

[1)]Tested tubers were harvested in the spring of 1991.
[2)]—：Number of tubers negatively reacted with two kinds of antibody.
[3)]Tubers were harvested in TARI experimental farm.
[4)]Tubers were harvested in experimental field in Houli.

二、田間抗病檢定之結果

如圖一所示，在開放田間未接種的情況下，採收前所有卡地娜品種植株已測出100%感染 PVY，其中 PVY—M 有35%， PVY—N 有30%，而 No.143則僅少數被 PVY—N 感染，且未有 PVY—M 入侵的現象。在接種 PVY—M 的試區除少數 PVY—N 自然感染的植株外，卡地娜在生育後期有92%被 PVY—M 感染（包括8%與 PVY—N 混合感染株），而No.143僅有少數（12.5%）被 PVY—M 感染，其比率小於 PVY—N 自然感染的比率（25%）。因此在 PVY—N 接種的試區，No. 143的植株有半數被 PVY—N 感染而沒有 PVY—M 自然感染的現象，卡地娜則有100%被 PVY—N 感染且有37.5%是與 PVY—M 複合感染。



圖一、田間試驗比較馬鈴薯卡地娜品種與 No.143品系接種 PVY 嵌紋型系統 (PVY—M) 與壞疽型系統 (PVY—N) 之病勢發展。

Fig. 1 Comparison of disease incidence of potato cultivar Cardinal and line No. 143 inoculated with PVY mosaic strain (PVY—M) or necrotic strain (PVY—N) in the field trial.

討　論

病毒病害被認為是臺灣馬鈴薯生產的限制因子，至目前已有8種病毒發生之報告[22]，但是眞正有鑑定之病毒種類僅有 PVA[27]、PVM[26]、PVS[12]、PVX[1]、PVY[2,12]等五種。近年來由於 PVM 很少被檢出，現行種薯檢查偏重於PVA、PVS、PVX、及PVY 等四種病毒，本研究也僅針對這四種病毒加以調查分析。

由於健康種薯繁殖技術的成功及其生產體系業已建立運作[3,8]，同一批種薯可被農會賣到南北各地栽培區，因此病毒病害的發生，除地區性環境影響之外，種薯來源亦為其主要因素之一。如試驗中克尼伯及卡地娜品種對 PVS 及 PVX 的檢出率低於選育中的幾個品系，即由於克尼伯及卡地娜是經健康種薯繁殖體系所生產，其種薯係檢查合格者；而其他本所選育中的品系是經過多年田間篩選試驗而來，其間未經生長點組織培養及種薯檢查，而且由於 PVS 和（或） PVX 感染的馬鈴薯植株都呈無病徵感染（symptomless infection），在留種過程中不易被肉眼檢出，又經兩年區域試驗，在產地由農戶留種，這些品系已幾近全數被 PVS 和（或） PVX 所潛伏感染，但其 PVY 的感染率卻仍比卡地娜和克尼伯低，尤其是 No.143品系在各地，植株雖生育階段不完全相同，但對 PVY—M 的檢出率在各地都很低，而且生育茂盛，產量均在30—40 t/ha[10]顯示其對 PVY 入侵有抵抗性，有效控制病毒的蔓延。

PVS 和 PVX 的感染是以機械傳播（mechanical transmission）為主[21,25,33]，在田間除了莖葉接觸傳染外，種薯切塊及田間咀嚼式口器昆蟲為其大量蔓延的途徑，選育中的品系即為此全面被污染。另外， PVA 及 PVY 的感染主要靠蚜蟲媒介傳播[17,22]，它們在田間的流行除了受種薯帶病毒的影響外，端視蚜蟲的發生消長與活動能力。由於 PVY 寄主範圍廣，馬鈴薯以外的其他大宗茄科作物如番茄、番椒、菸草等都受其感染，而媒介的蚜蟲有31種（species）之多，尤其以桃蚜（*Myzus persicae* Sulzer）傳播病毒的效率最高[22,24]，而桃蚜在本省自秋季至翌年春季均屬有翅型之活動季節，此時若有病毒感染源存在，對於易受感染的作物，經由桃蚜傳播 PVY 則不易防患[11]，因此不具抗病性的品種如卡地娜感病率偏高。

利用試驗田採收的種薯當樣品來檢測其中所帶的病毒，亦可測出各品種（系）罹患病毒的種類與頻率，供試卡地娜品種係以健康種薯在田間繁殖一代，其薯球已幾近全數感染 PVY 。由此可見，健康種薯僅在生育初期維持「無病毒」狀況，到了後期仍不免受 PVY 再侵入感染，因此利用健康種薯防治 PVY ，並不能避免生育期間的病毒入侵，對目前栽培品種其效果維持不超過一季，為此每年更新種薯確有其必要性。但是供試的品系雖非來自健康種薯繁殖體系，而在開放的田間繁殖多年，且田間留種在本所是單穴選留，在產區則是隔離田全區留，其中仍維持相當比率的個體呈 PVY-free的現象，尤其 No. 143及 No. 770品系均已經無性繁殖十年以上，其對 PVY 之抗性可見一斑。

關於馬鈴薯抗病毒的研究，在1920年開始即利用 Oortwin Botjes' field exposure test ，把供試品種植於罹病株間，再觀察其發病反應，選出抗病品種加以應用，而且認為所有馬鈴薯病毒，都可藉選出抗病品種以之對抗[34]。至於需要進行抗病基因遺傳分析的試驗，仍以人工接種為必要手段[19,29,30,34]。因為 PVY 的抗病基因單純[30]，人工汁液接種病毒過程簡單而有效，病徵也不難判別，所以抗 PVY 的研究得以順利進行，現在世界各地不乏抗PVY 的馬鈴薯品種（系）[31]，本省也有一些材料[9]。目前本地的栽培品種卡地娜及克尼伯，前者被認為是 PVA 的免疫品種，而後者則具有抗 PVA 及 PVY 特性[15]。雖然如此，在本試驗中卡地娜品種經抗病檢定，卻極易感染 PVY—M 和（或） PVY—N ，且如果被 PVS 或 PVX 加入混合感染即呈皺縮嵌紋嚴重病徵。另外 Bagnall 和 Tai[16]根據12年的試驗數據，把馬鈴薯40個品種分成五個抗病等級，其中克尼伯即屬於極抗（highly resistant）反應，但是他們也承認當感染源壓力大（heavy infection pressure）時，克尼伯在田間

亦會被 PVY 感染。本省的情況即是如此，馬鈴薯栽培期間，產地附近也充斥著菸草、番茄、或番椒等茄科作物，且種薯帶來的病毒也都當成初感染源 (primary inoculum) ，此時又逢有翅桃蚜的活躍期[11]，在此情形下即使克尼伯品種具有抗 PVY 的特性，也抵擋不了 PVY 的入侵，故本試驗南北調查的結果都顯示，在克尼伯品種上的 PVY 檢出率偏高，且試驗中也發現部份克尼伯植株也感染 PVA、PVS、和 (或) PVX ，但除非複合感染否則病徵都不會很嚴重。

1987年 Singh 和 Somerville[32]利用 ELISA 讀值 (A_{405nm}) 之高低做爲病毒濃度之指標，發現 PVY 在植株體內的繁殖率和寄主在田間抗病力有相關性，但是被 Bagnall 和 Tai[16]列爲極抗反應的克尼伯 (12年平均罹病率是0.4%) ，其 A_{405nm} 爲0.11—0.59及 cv. Katahdin (12年平均罹病率是0%) ，其 A_{405nm} 爲0.26—1.41，且兩者都有壞疽病徵。事實上這種 ELISA 讀值及病徵反應在本試驗中都相當於正反應 (positive reaction) ，而被歸入已感染的株數中，使得本調查結果之病毒檢出率略高，因其中尙包括許多無病徵感染的株數。相形之下，No. 143品系的 PVY 田間自然發生率始終偏低，而且田間抗病檢定時，接種後3週或9週取樣都只有少部份植株由 ELISA 偵測出 PVY ，但讀值也不是很高，進一步的田間試驗，No.143到生長後期多數植株葉片偵測不出 PVY (資料待發表) ，其抗 PVY (尤其是 PVY—M) 的特性應無庸置疑，至於抗病機制的探討不在本試驗範圍。

研究調查同時顯示，PVY—M 的發生頻度比 PVY—N 高，或爲馬鈴薯主要病毒系統 (dominant strain) ，則與其他地區的情況類似[20,24,31]。雖然抗 PVY的基因 Ry 對 PVY 的三個系統[22]都有抵抗作用[30]，但是 No.143品系在本試驗中表現出抗 PVY—M 效力比抗 PVY—N 強。

解決馬鈴薯病毒病害的兩種途徑，一是利用無病毒種薯，一是提高栽培品種抗病力[18]。由於感染 PVY 可造成馬鈴薯減產10—80%[21,30]，根據觀察，如果栽培品種無抗PVY 能力，種薯繁殖過程中從基本種 (foundation seed) 到採種 (certified seed) 的期間就極易罹患 PVY[16]，更何況在一般生產的田間。尤其在本省馬鈴薯栽培季節，PVY 感染壓力極大，不具抗病力的品種很難有穩定的產量，即使目前經由無病毒繁殖體系生產推廣的兩個栽培品種具有一些抗病性，亦會受到 PVY 感染，因此未來新品種的推出亦不能忽略其抗病力之表現。

新品系 No.143及 No. 770都具抗 PVY 特性，而且 No.143的薯球產量及品質均獲試種農戶接受，但是目前普遍感染 PVS 與 PVX 。雖然 PVS 和 PVX 的感染對馬鈴薯影響極微[35]，且無病毒薯株也極易再感染 (reinfection) PVS (每年有67%) 且不易去除，因此 Manzer等人認爲在種薯生產過程中不需費工夫去脫除 PVS[28]。但本省的 PVS 感染卻會造成馬鈴薯 Russet Burbank 品種的衰退早熟[13]， PVS 與 PVX 之混合感染在一般栽培品種造成輕症漣葉病徵，影響種薯品質[4]，因此仍需利用生長點培養，育出完全的健康種薯以供推廣應用。

引用文獻

1. 李賢德。1964。本省馬鈴薯微斑嵌紋病病毒系統之調查研究。檢驗 34：22—26，35：27—50，36：28—36。
2. 李賢德。1970。臺灣發生之馬鈴薯斑紋病病毒系統之調査研究。植保會刊 12：41—51。
3. 何偉眞、廖文偉、蕭芳蘭、廖玉珠、楊佐琦、呂勝利。1990。馬鈴薯優良種薯生產改進。蔬菜作物試驗研究彙報 6：9—11
4. 吳榮、盧耀村。1991。馬鈴薯種薯繁殖圃之病毒檢查。植保會刊 33：424-425。(摘要)
5. 郭國柱。1964。馬鈴薯種薯供應試驗。 (第二報) 馬鈴薯X毒素病抗血淸之製造及力價之檢定。農業研究 14：26—28。
6. 陳培昌、鄭希焜、張自治、倪萬丁、許振顏。1976。無病毒馬鈴薯種薯生產力試驗。新竹區農業改良場研究報告 28：17—34。
7. 陳培昌、鄭希焜、陳英隆、倪萬丁、李窓明、范淑貞、陳麗美。1977。六五／六六年期馬鈴薯採種圃拔除病，可疑株工作報告。新竹區農業改良場研究報告 32：11—22。

8. 陳培昌。1989。馬鈴薯無病毒種薯繁殖技術。園藝種苗產銷技術研討會專集。P 41—68。

9. 曹幸之、陳進分、李碩朋。1987。抗Y毒素馬鈴薯族群之篩選試驗。中華農業研究 36：381—388。

10.曹幸之、陳培昌、李碩朋、劉慧卿。1991。馬鈴薯品系之區域試驗。中華農業研究 40：178—187。

11.廖惠堂、吳國家、邱瑞珍。1979。馬鈴薯桃蚜（*Myzus persicae*）之生態觀察及其防治試驗。中華農業研究 28：279—284。

12.鄧汀欽、黃秋雄、張清安、蕭芳蘭、楊佐琦、盧耀村。1990。臺灣發生之馬鈴薯Y病毒嵌紋型與壞疽型系統之特性。植保會刊 32：243—255。

13.盧慶輝、盧耀村。1987。加工用馬鈴薯品種病毒檢查及健康種原之培育。植保會刊 29：448—449（摘要）。

14.蕭芳蘭、鄧汀欽。1987。利用 ELISA 偵測馬鈴薯病毒技術之應用。植保會刊 29：448（摘要）。

15.Ansink, H. 1991. Netherlands Catalogue of Potato Varieties 1991. NIVAA, The Hague, CPRO－DLO (ed.), Wageningen. 230pp.

16.Bagnall, R. H., and Tai, G.C.C. 1986. Field resistance to potato virus Y in potato assessed by cluster analysis. Plant Dis. 70:301－304.

17.Bartels, R. 1971. Potato virus A. C.M.I.／A.A.B. Descriptions of plant viruses. No. 54.

18.Brown, C.R. 1978. Breeding for resistance to potato leaf－roll and Y viurses. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14—18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 74－80.

19.Clark, M. F., and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme－linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34:475－483.

20.Davidson, T. M. W. 1978. Field trials for virus resistance. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 81－92.

21.De Bokx, J. A. 1972. Graft and mechanical transmission. *In:*Viruses of the potato and seed potato production. J. A. de Bokx (ed.), Wageningen. p.26－35.

22.De Bokx, J. A., and Huttinga, H. 1981. Potato virus Y. C. M. I.／A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 242.

23.Green, S. K. 1991. Integrated control of virus diseases of vegetable in Taiwan. *In:*Integrated Control of Plant Virus Disease. (K. Kiritani, H. J. Su, and Y. I. Chu eds.) FFTC, Taipei. p. 35－68

24.Harrington, R., Katis, N., and Gibson, R. W. 1986. Field assessment of the relative importance of different aphid species in the transmission of potato virus Y. Potato Res. 29:67－76.

25.Koenig, R., and Lesemann, D. E. 1989. Potato virus X. C.M.I.／A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 354.

26.Lee, S. 1971. Occurrence of potato virus M and its strains in Taiwan. J. Agric. Assoc. China 76:78－89.

27.Lee, S., and Wang, C. 1971. Potato virus A found in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 16:102－109.

28.Manzer, F. E., Merriam, D. C., and Hepler, P. R. 1978. Effects of potato virus S and two strains of potato virus X on yields of Russet Burbank, Kennebec, and Katahdin cultivars in Maine. Am. Potato J. 55:601－609.

29.Mendoza, H. A. 1978. Popualtion breeding for virus resistance. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 165－171.

30.Ross, H. 1978. Methods for breeding virus resistant potatoes. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977. Lima, CIP. pp. 93－114.

31.Salazar, L. 1978. Sourcees of resistance to PVY. *In:*International Potato Center (CIP). Developments in the Control of Potato Viruses. Report of the Planning Conference, Lima, Peru, 14－18 Nov. 1977.

Lima, CIP. pp. 27－32.

32.Singh, R. P., and Somerville, T. H. 1987. Relationship of virus concentration with the field resiatnce to potato virus Y in potatoes. Am. Potato J. 64:69－80.

33.Wetter, C. 1971. Potato virus S. C. M. I.／A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 60.

34.Wiersema, H. T. 1972. Breeding for resistance. *In:* Viruses of the potato and seed potato production. J. A. de Bokx (ed.), Wageningen. p. 174－187.

35.Wright, N. S. 1977. The effect of separate infections by potato viruses X and S on Netted Gem potato. Am. Potato J. 54:147－149.

Occurrence of potato viruses in Taiwan and resistance to virus Y of some promising clones as determined by ELISA[1]

T. C. Deng[2], S. J. Tsao[3], S. W. Tsai[2],
C. H. Huang[2] and M. M. Tseng[3]

Summary

Occurrence of potato viruses A (PVA), S (PVS), X (PVX), Y mosaic strain (PVY−M), and Y necrotic strain (PVY−N) in potato growing areas of Taiwan were investigated by ELISA. The frequency of virus detected from sampled locations showed no regional difference, but souces of seed-tubers and varieties cultivated made difference. All promising potato clones of No. 143, No. 770, 3865095−15, and 3865095−54 were found to be widely contaminated by PVS and/or PVX but much less infected by PVY. Particularly clone No. 143 was rarely infected by PVY−M. Cultivars Cardinal and Kennebec were frequently detected to be infected by PVY but seldom found to be infected by PVS or PVX. Comparing the potato plants from two neighboring fields, plants derived from current-year certified seeds outgrew those derived from second-year seed tubers, the latter being highly infected by viruses, especially PVA and PVS. Much more PVY−M than PVY−N was detected in tubers harvested from various experimental fields, indicating that mosaic strain is the dominant strain of PVY in Taiwan. High percentage of PVY reinfection to seed-certified potato cv. Cardinal in the field, resulted in very low rate of virus-free tubers produced. The results of inoculation with PVY−M or PVY−N to test the disease responses of clone No. 143 and cv. Cardinal indicated that clone No. 143 was more resistant to PVY infection (PVY−M in particular) than Cardinal in the field trial.

Key words : PVA, PVS, PVX, PVY, occurrence, resistance

1. Contribution No. 1644 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported in part by grants from Council of Agriculture, Exective Yuan, ROC.
2. Respectively, Assistant Plant Pathologist, Technician of projects, and Senior Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI.
3. Senior Horticulturist and Technician of Projects, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.